

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-241586

(43)Date of publication of application : 28.08.2002

(51)Int.Cl.

C08L 63/00  
C08F 2/44  
C08F 2/48  
C08G 59/42  
C08K 3/00  
C08K 3/36  
C08K 5/541  
H01L 21/56  
H01L 23/29  
H01L 23/31  
H01L 25/065  
H01L 25/07  
H01L 25/18  
H01L 33/00

(21)Application number : 2001-041349

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

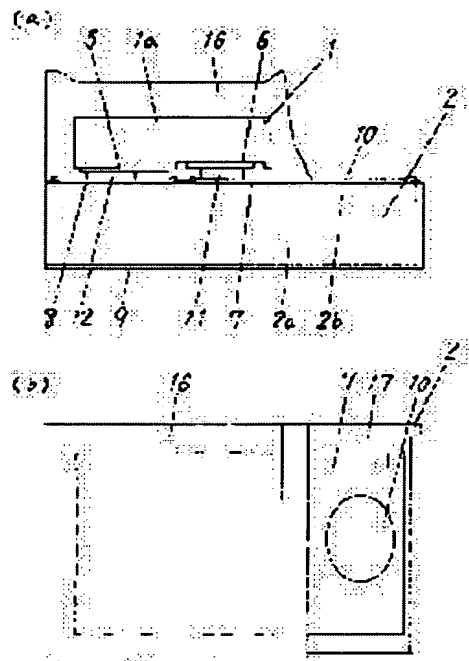
(22)Date of filing : 19.02.2001

(72)Inventor : MAEDA TOSHIHIDE  
HANADA YASUYUKI

(54) WAVELENGTH CONVERSION PASTE MATERIAL, COMPOSITE LIGHT- EMITTING ELEMENT, SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING DEVICE, AND METHOD FOR PRODUCING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a wavelength conversion material capable of converting wavelength of the light from a principal light pick-up surface of a flip chip-type light-emitting element into the white light, to provide a composite light-emitting element, to provide a semiconductor light-emitting device, and to provide a method for producing the same.  
SOLUTION: This method for producing the composite light-emitting device comprises mounting the flip chip-type light-emitting element 1 on a sub-mount element 2 to be together connected, covering the surrounding of the light-emitting element with a wavelength conversion paste material which contains a wavelength conversion material for converting the wavelength of the light emitted from the light-emitting element 1 by using the sub-mount element as a saucer, and making one or both of the light pick-up surface which is the upper surface of a transparent substrate 1a of the light-emitting element 1 and the contour surface of a wavelength conversion material layer 16 parallel with an electrode-forming surface which is the rear surface of the sub-mount element so as to make a wavelength conversion layer formed on the principal light pick-up surface uniform and simultaneously to make the wavelength of the light from the principal light pick-up surface of the light-emitting element uniformly converted, so that light-emission without chromaticity unevenness can be realized.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-241586

(P2002-241586A)

(43) 公開日 平成14年8月28日 (2002.8.28)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード* (参考)
C 0 8 L 63/00		C 0 8 L 63/00	C 4 J 0 0 2
C 0 8 F 2/44		C 0 8 F 2/44	A 4 J 0 1 1
	2/48		4 J 0 3 6
C 0 8 G 59/42		C 0 8 G 59/42	4 M 1 0 9
C 0 8 K 3/00		C 0 8 K 3/00	5 F 0 4 1

審査請求 未請求 請求項の数23 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-41349 (P2001-41349)

(22) 出願日 平成13年2月19日 (2001.2.19)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 前田 俊秀

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 花田 康行

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

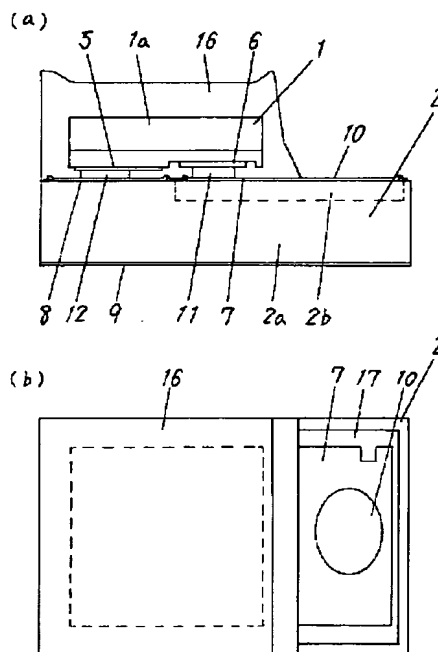
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 波長変換ベースト材料、複合発光素子、半導体発光装置及びそれらの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 フリップチップ型の発光素子の主光取り出し面からの光を白色に波長変換する波長変換材料、複合発光素子、半導体発光装置及びそれらの製造方法の提供。

【解決手段】 サブマウント素子2の上に導通搭載したフリップチップ型の発光素子1とを備え、サブマウント素子を受け皿として、発光素子の周りをこの発光素子1の光の波長変換のための波長変換材料を含有した波長変換ベースト材料で覆い、発光素子1の透明基板1aの上面の光取り出し面と波長変換材料層16の外郭面との一方または両方をサブマウント素子の裏面電極形成面と平行として、主光取り出し面の上の波長変換層を一樣とし、発光素子の主光取り出し面からの光を一樣に波長変換して色度むらのない発光を可能とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 発光素子が発光した光によって励起され発光する波長変換材料を含有するベースト材料であって、この材料が

- 1)  $50 \leq \text{波長変換材料} \leq 85 \text{ 重量}\%$
- 2)  $4 \leq \text{樹脂} \leq 25 \text{ 重量}\%$
- 3)  $1 \leq \text{硬化剤} \leq 25 \text{ 重量}\%$
- 4)  $0 \leq \text{チクソ性付与剤} \leq 3 \text{ 重量}\%$
- 5)  $0 \leq \text{表面改質剤} \leq 1 \text{ 重量}\%$

で構成される波長変換ベースト材料。

【請求項2】 波長変換材料の平均粒径が  $10 \mu\text{m}$  以上  $50 \mu\text{m}$  以下であることを特徴とする請求項1記載の波長変換ベースト材料。

【請求項3】 樹脂がエポキシ樹脂であることを特徴とする請求項1記載の波長変換ベースト材料。

【請求項4】 エポキシ樹脂の材料が脂環式エポキシ樹脂であることを特徴とする請求項3記載の波長変換ベースト材料。

【請求項5】 エポキシ樹脂の材料が水素添加ビスフェノールA型脂環式エポキシ樹脂であることを特徴とする請求項3記載の波長変換ベースト材料。

【請求項6】 樹脂がフォトリソグラフィ樹脂であることを特徴とする請求項1記載の波長変換ベースト材料。

【請求項7】 フォトリソグラフィ樹脂がアクリレート樹脂であることを特徴とする請求項6記載の波長変換ベースト材料。

【請求項8】 硬化剤が酸無水物硬化剤であることを特徴とする請求項1記載の波長変換ベースト材料。

【請求項9】 酸無水物硬化剤がメチルヘキサヒドロ無水フタル酸であることを特徴とする請求項8記載の波長変換ベースト材料。

【請求項10】 硬化剤がカチオン重合開始剤またはラジカル重合開始剤であることを特徴とする請求項1記載の波長変換ベースト材料。

【請求項11】 カチオン重合開始剤が芳香族スルホニウム塩であることを特徴とする請求項10記載の波長変換ベースト材料。

【請求項12】 チクソ性付与剤が高純度無水シリカであることを特徴とする請求項1記載の波長変換ベースト材料。

【請求項13】 表面改質剤がシランカップリング剤であることを特徴とする請求項1記載の波長変換ベースト材料。

【請求項14】 光透過性の基板上にn型半導体及びp型半導体層を積層し、前記光透過性基板を上面に向けてこれを主光取り出し面とするとともに、下面にはn型半導体層及びp型半導体層に接続するn電極及びp電極が形成された発光素子と、前記発光素子の下に重なる状態で配置され、前記発光素子と対峙する面上に前記n電極

とp電極とにそれぞれ電氣的に接続される第一の電極及び第二の電極を有し、それと反対の面に裏面電極を有するサブマウント素子と、前記発光素子の発光波長を他の波長に変換する請求項1から請求項13のいずれかに記載の波長変換ベースト材料を備えるとともに、前記波長変換ベースト材料が、前記サブマウント素子を受け皿として、前記サブマウント素子の上に配置された前記発光素子を覆うように塗布されていることを特徴とする複合発光素子。

10 【請求項15】 前記発光素子の主光取り出し面とこの面上に塗布された波長変換ベースト材料の外郭面のいずれか一方または両方が受け皿となるサブマウント素子の裏面電極形成面とはほぼ平行であることを特徴とする請求項14に記載の複合発光素子。

【請求項16】 前記発光素子の主光取り出し面上の前記波長変換ベースト材料の厚みがほぼ一定で、その厚みが  $30 \mu\text{m}$  以下の範囲内であることを特徴とする請求項15に記載の複合発光素子。

20 【請求項17】 請求項14から16に記載の複合発光素子を用いた半導体発光装置であって、リードフレームまたはプリント配線基板のマウント部に前記複合発光素子のサブマウント素子の裏面電極を下にして導電性ベーストを介して搭載し、前記複合発光素子のボンディングパッド領域と外部リードとをワイヤーを介して接続し、前記複合発光素子を含む前記リードフレームの先端部またはプリント配線基板の上面を光透過性の樹脂で封止したことを特徴とする半導体発光装置。

30 【請求項18】 請求項14に記載の複合発光素子の製造方法であって、前記発光素子のn電極及びp電極または前記サブマウント素子の第一の電極及び第二の電極上にマイクロバンプを形成する工程と、前記発光素子と前記サブマウント素子の対峙する電極間を前記マイクロバンプを介して電氣的に接続する工程と、前記サブマウント素子を受け皿として、前記波長変換ベースト材料が前記発光素子を覆うように塗布する工程とを有する複合発光素子の製造方法。

【請求項19】 請求項18に記載の複合発光素子の製造方法において、前記サブマウント素子を受け皿として、前記波長変換ベースト材料を前記発光素子を覆うように塗布する工程を、波長変換材料の印刷により形成することを特徴とする複合発光素子の製造方法。

【請求項20】 請求項19に記載の複合発光素子の製造方法において、前記印刷された波長変換ベースト材料に紫外線を照射して、波長変換ベースト材料を硬化したことを特徴とする複合発光素子の製造方法。

【請求項21】 請求項18に記載の複合発光素子の製造方法において、前記サブマウント素子を受け皿として、前記波長変換ベースト材料を前記発光素子を覆うように塗布する工程を、波長変換材料を転写することにより形成することを特徴とする複合発光素子の製造方法。

【請求項 22】 請求項 17 に記載の半導体発光装置の製造方法であって、前記発光素子の p 電極及び n 電極またはサブマウント素子の第一の電極及び第二の電極上に前記マイクロバンプとしてスタッドバンプを形成する工程と、ウエハー状態の前記サブマウント素子を下に置き、前記発光素子を電極形成面を下にして、前記サブマウント素子の対峙する第一の電極及び第二の電極上に位置合わせし、前記マイクロバンプを接触させて溶着し、前記サブマウント素子上に前記発光素子を固定するとともに、対峙する電極間を前記マイクロバンプを介して電気的に接続する工程と、前記サブマウント素子を受け皿として、前記波長変換ベースト材料を前記発光素子を覆うように塗布し硬化する工程と、前記波長変換ベースト材料で被覆された前記発光素子と前記サブマウント素子の一体化素子が形成された前記ウエハーをチップ単位に分割する工程と、チップ化された前記一体化素子をリードフレームまたはプリント配線基板などのマウント部に前記サブマウント素子の裏面電極を下にして搭載し、導電性ペーストを介して電気的接続をとりながら固定する工程と、前記サブマウント素子のボンディングパッド領域と前記リードフレームまたはプリント配線基板などのリード部間をワイヤーで搭載する工程とを備えた半導体発光装置の製造方法。

【請求項 23】 請求項 22 に記載の半導体発光装置の製造方法において、前記発光素子の p 電極及び n 電極またはサブマウント素子の第一の電極及び第二の電極上に前記マイクロバンプとしてスタッドバンプを形成する工程と、ウエハー状態の前記サブマウント素子を下に置き、前記発光素子を電極形成面を下にして、前記サブマウント素子の対峙する第一の電極及び第二の電極上に位置合わせし、前記マイクロバンプを接触させて溶着し、前記サブマウント素子上に前記発光素子を固定するとともに、対峙する電極間を前記マイクロバンプを介して電気的に接続する工程と、前記サブマウント素子を受け皿として、前記波長変換ベースト材料を前記発光素子を覆うように塗布し硬化する工程と、前記波長変換ベースト材料で被覆された前記発光素子と前記サブマウント素子の一体化素子が形成された、前記ウエハーに紫外線を照射し、波長変換ベースト材料をパターンニングしてワイヤーボンディングパッド領域の波長変換ベースト材料を除去する工程と、前記波長変換ベースト材料で被覆された前記発光素子と前記サブマウント素子の一体化素子が形成された前記ウエハーをチップ単位に分割する工程と、チップ化された前記一体化素子をリードフレームまたはプリント配線基板などのマウント部に前記サブマウント素子の裏面電極を下にして搭載し、導電性ペーストを介して電気的接続をとりながら固定する工程と、前記サブマウント素子のボンディングパッド領域と前記リードフレームまたはプリント配線基板などのリード部間をワイヤーで搭載する工程とを備えた半導体発光装置の製造方

法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光透過性基板上に形成された半導体膜で構成される発光ダイオード、発光レーザーダイオードなどの発光素子と該発光素子の発光波長を他の波長に変換する蛍光物質又は発光波長を一部吸収するフィルター物質を含有した波長変換ベースト材料と半導体発光装置及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】青色発光の発光ダイオード（以下「LED」と略す）は、近來になって、Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>Al<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>、In<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>及びIn<sub>0.5</sub>Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>等のGa<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>系化合物半導体を利用することによって発光輝度の高い製品が得られるようになった。そして、この青のLEDと旧來からの赤、緑発光のLEDとの組み合わせにより、これらのLEDの3個を1ドットとする高画質のフルカラー画像の形成が可能となった。

【0003】LEDの分野では、フルカラー対応には光の三原色の赤、緑、青が必要であるから、これらの発光色のLEDより一層の開発と改良が主である。その一方で、たとえば赤、緑、青の合成によってしか得られない白色発光を単一のLEDで達成しようとする試みも既に為されている。このような試みの一つとして、たとえば特開平7-99345号公報に開示されたものがある。

【0004】この公報に記載のLEDは、図9の概略に示すように、発光素子60を搭載するリードフレーム80a、80bのマウント部80cを含めて樹脂パッケージ85によって封止するいわゆるLEDランプのタイプとしたものである。そして、発光素子60の発光波長を変えて異なった発光色とするために、発光素子60の周りのマウント部80cに蛍光物質84を含んだ蛍光物質層83で封止した構成を持つ。すなわち、旧來のLEDランプでは発光素子60を搭載するリードフレーム80a、80bの先端部を含めて被覆するとともに、レンズ機能も兼ねるエポキシ樹脂の樹脂パッケージ85で封止していたものに代えて、発光素子60の周りに波長変換用の蛍光物質層83を形成し、その周りをエポキシ樹脂の樹脂パッケージ85で封止したものである。なお、図9において、61は透明のサファイア基板、68はn電極、69は透明電極、81は接着剤、82a、82bはワイヤーである。

【0005】このような波長変換用の蛍光物質84を含む樹脂の蛍光物質層83で発光素子60を封止することで、発光素子60からの青色発光の波長が蛍光物質84によって変えられ、高輝度のGa<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>系化合物半導体を利用した青色の発光素子60を白色発光のデバイスとして使えるようにする。すなわち、Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>系化合物半導体を利用した青色発光の発光素子60の場合では、それ自身

の青色発光の成分と、蛍光物質層83に含まれた蛍光物質84によって波長変換された黄緑色の成分との混色によって白色発光が得られる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】LEDランプの場合では、発光素子60を搭載するマウント部80cの内面を光反射面として利用するので、図示の例のようにマウント部80cをすり鉢状とすることが有効である。ところが、マウント部80cがすり鉢状であると、図10に示すように、発光素子60の発光方向と側面方向の樹脂の厚さA、Bが異なる場合が多い。これらの厚さの相違はマウント部80cの形状や発光素子60の大きさ及び蛍光物質層83の充填厚さ等によって様々に変わる。このため、これらの条件を最適化できれば、発光素子60の周りの全方向で蛍光物質層83の層厚を均一にすることはできる。しかしながら、蛍光物質層83の樹脂はディスペンサーによってマウント部80cに注入されるので、その厚さを高精度で制御することは非常に難しく、発光素子60の周りの蛍光物質層83の樹脂の厚さを均一化することは現状では不可能である。発光素子60の周りの樹脂の厚さが異なると、厚さが大きいほど発光素子60からの青色発光が黄緑色に変換される割合も高くなる。このため、発光素子60の発光方向では良好な白色が得られても、側面方向では黄緑色の成分が白色を上回る場合がある。したがって、マウント部80cの底面及び内周面を反射面とする発光なので、中央部では白色が占め、周辺部では黄色味を帯びた発光となってしまう。

【0007】このように蛍光物質84を含む樹脂の蛍光物質層83の発光素子60に対する全方向の厚さを均一にできないことに起因して、純粋な白色光が得られない。すなわち、青色発光を蛍光物質84によって黄緑色に変換して本来の青色発光との混色により白色を得るので、発光素子60に対する樹脂の層厚を最適化しないかぎり、純粋な白色光は得られない。

【0008】また、蛍光物質層83をマウント部80cに注入した時、硬化後の樹脂に含まれる蛍光物質84の量の分布が一樣でないと、白色発光の中に黄色の発光が混在することにもなる。すなわち、発光素子60からの光路はその発光方向に三次元的に広がっているので、蛍光物質84の充填量にばらつきがあれば、波長変換度も相違してくるので、黄色の発光を含むものとなり、純粋な白色光は得られない。

【0009】さらに、純粋な白色光とともに高輝度が要求されることは言うまでもない。高輝度を実現するためには、蛍光物質84そのものの輝度の高輝度化と、高輝度化された蛍光物質84を効率よく利用するための蛍光物質層の設計が重要となってくる。

【0010】本発明は、光透過性基板上に形成された半

導体膜で構成される発光ダイオード、発光レーザーダイオードなどの発光素子と該発光素子の発光波長を他の波長に変換する蛍光物質又は発光波長を一部吸収するフィルター物質を含有した波長変換ペースト材料、複合発光素子、半導体発光装置及びそれらの製造方法を提供することによって、たとえば青色発光素子からの青色発光の分布と波長変換された黄緑色の分布とを均一化して純粋な白色の発光が得られるようにすることを解決課題とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は上記課題解決のため、以下の手段を講じている。上記課題は、請求項1から13に記載の波長変換ペースト材料にて解決される。また、この波長変換ペースト材料の有利な構成及び製造方法は、請求項14から23に記載されている。すなわち、請求項1から13に記載の極めて分散性が高く、波長変換層を形成するのに最適な波長変換ペースト材料にて、請求項14から16に記載の複合発光素子及び請求項17に記載の半導体発光装置において、発光素子の実装面を除く全周囲を被覆し、前記波長変換ペースト材料で構成される層は前記発光素子の前記実装面を除く主光取り出し面及び四方の側面の各面に対してそれぞれ平行な外郭面を合成した外形としてなることを特徴とする。このような構成では、波長変換ペースト材料中に波長変換材料が均一に分散されることから、主光取り出し面及び側面から放出される光のそれぞれについて波長変換度を均一化できるので、黄色味を帯びない純粋な白色発光が得られる。また、こうした複合発光素子及び半導体発光装置は、請求項18から23に記載の製造方法によって理想的な構成が得られる。

【0012】

【発明の実施の形態】請求項1に記載の発明は、発光素子が発光した光によって励起され発光する波長変換材料を含有するペースト材料であって、この材料が

- 1)  $50 \leq \text{波長変換材料} \leq 85 \text{ 重量}\%$
- 2)  $4 \leq \text{樹脂} \leq 25 \text{ 重量}\%$
- 3)  $1 \leq \text{硬化剤} \leq 25 \text{ 重量}\%$
- 4)  $0 \leq \text{チクソ性付与剤} \leq 3 \text{ 重量}\%$
- 5)  $0 \leq \text{表面改質剤} \leq 1 \text{ 重量}\%$

で構成される波長変換ペースト材料である。

【0013】これにより、極めて分散性が高く、波長変換材料層を形成するのに最適な波長変換ペースト材料が得られる。

【0014】請求項2に記載の発明は、波長変換材料の平均粒径が $10 \mu\text{m}$ 以上 $50 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項1記載の波長変換ペースト材料である。無機蛍光物質の輝度は、蛍光物質焼成に使用する材料やその焼成条件により影響されるが、一般的に高輝度の蛍光物質ほど粒径が大きくなる。一方、発光素子を覆っている波長変換材料層に大きい粒径の蛍光物質を使用することにより、発光素子からの青色光、及び発光素子の光に

より励起された蛍光物質の蛍光が外部へ取り出しやすくなり、高輝度の白色光を得ることができる。

【0015】請求項3、4及び5に記載の発明は、請求項1の波長変換ペースト材料において、樹脂がエポキシ樹脂であり、さらに水素添加ビスフェノールA型脂環式エポキシ樹脂であることを特徴とする波長変換ペースト材料である。

【0016】これにより、本発明の波長変換ペースト材料で構成された半導体発光装置の耐熱性、耐候性、耐湿性を著しく向上させる。

【0017】請求項6及び7に記載の発明は、請求項1に記載の波長変換ペースト材料において、樹脂がフォトリソグラフィ樹脂であり、さらにフォトリソグラフィ樹脂がアクリレート樹脂であることを特徴とする波長変換ペースト材料である。

【0018】これにより、半導体発光装置の製造工程において、波長変換ペースト材料のフォトリソグラフィによるパターンニングが可能となり、波長変換材料層の厚みを均一化することができる。

【0019】請求項8及び9に記載の発明は、請求項1の波長変換ペースト材料において、硬化剤が酸無水物硬化剤であり、さらに酸無水物硬化剤がメチルヘキサヒドロ無水フタル酸であることを特徴とする波長変換ペースト材料である。

【0020】これにより、本発明の波長変換ペースト材料で構成された半導体発光装置の耐熱性、耐候性、耐湿性を著しく向上させる。

【0021】請求項10及び11に記載の発明は、請求項1の波長変換ペースト材料において、硬化剤がカチオン重合開始剤またはラジカル重合開始剤であり、さらにカチオン重合開始剤が芳香族スルホニウム塩であることを特徴とする波長変換ペースト材料である。

【0022】これにより、波長変換ペースト材料のポットライフが著しく伸びる。

【0023】請求項12に記載の発明は、請求項1のチクソ性付与剤が高純度無水シリカであることを特徴とする波長変換ペースト材料である。

【0024】これにより、波長変換ペースト材料のサブマウント素子への塗布が著しく容易で、安定したものとなる。

【0025】請求項13に記載の発明は、請求項1の表面改質剤がシランカップリング剤であることを特徴とする波長変換ペースト材料である。

【0026】これにより、波長変換材料のペースト内での分散状態が著しく向上し、本波長変換材料を使用した半導体発光装置は極めて純粋な白色光を発光する。

【0027】請求項14に記載の発明は、光透過性の基板上にn型半導体及びp型半導体層を積層し、前記光透過性基板を上面に向けてこれを主光取り出し面とともに、下面にはn型半導体層及びp型半導体層に接続

するn電極及びp電極が形成された発光素子と、前記発光素子の下に重なる状態で配置され、前記発光素子と対峙する面上に前記n電極とp電極とにそれぞれ電氣的に接続される第一の電極及び第二の電極を有し、それと反対の面に裏面電極を有するサブマウント素子と、前記発光素子の発光波長を他の波長に変換する請求項1から請求項13に記載の波長変換ペースト材料を備えるとともに、前記波長変換ペースト材料が、前記サブマウント素子を受け皿として、前記サブマウント素子の上に配置された前記発光素子を覆うように塗布されていることを特徴とする複合発光素子である。

【0028】これにより、発光素子の下敷きとしてのサブマウント素子が、波長変換材料やフィルター物質を含む波長変換ペースト材料の受け皿となるために、反射カップや筐体の器の有無に関係無く、発光素子を覆うように波長変換ペースト材料を塗布できるという作用を有する。

【0029】請求項15に記載の発明は、請求項14に記載の複合発光素子において、前記発光素子の主光取り出し面とこの面上に塗布された波長変換ペースト材料の外郭面のいずれか一方または両方が受け皿となるサブマウント素子の裏面電極形成面とほぼ平行であることを特徴とする複合発光素子である。

【0030】これにより、発光素子の発光方向の全方位に対して波長変換材料による波長変換度を均一化できるので、発光素子自体の発光色と波長変換された発光色との混色の発光が一様に得られる。

【0031】請求項16に記載の発明は、請求項15に記載の複合発光素子において、前記発光素子の主光取り出し面上の前記波長変換ペースト材料の厚みがほぼ一定で、その厚みが30μm以下の範囲内であることを特徴とする複合発光素子である。高輝度で粒径の大きい蛍光物質を高濃度で配合した波長変換材料を薄膜で形成することにより、発光素子からの青色光、及び発光素子の光により励起された蛍光物質の蛍光が外部へ取り出しやすくなり、高輝度の白色光を得ることができる。

【0032】請求項17に記載の発明は、請求項14から16に記載の複合発光素子を用いた半導体発光装置であって、リードフレームまたはプリント配線基板のマウント部に前記複合発光素子のサブマウント素子の裏面電極を下にして導電性ペーストを介して搭載し、前記複合発光素子のボンディングパッド領域と外部リードとをワイヤーを介して接続し、前記複合発光素子を含む前記リードフレームの先端部またはプリント配線基板の上面を光透過性の樹脂で封止したことを特徴とする半導体発光装置である。

【0033】これにより、反射カップや筐体の器の有無に関わりなく、色度のバラツキの少ない様々なタイプの白色発光の発光装置が実現できる。

【0034】請求項18に記載の発明は、請求項14に

記載の複合発光素子の製造方法において、前記発光素子の  $n$  電極及び  $p$  電極または前記サブマウント素子の第一の電極及び第二の電極上にマイクロバンプを形成する工程と、前記発光素子と前記サブマウント素子の対峙する電極間を前記マイクロバンプを介して電気的に接続する工程と、前記サブマウント素子を受け皿として、前記波長変換ベースト材料が前記発光素子を覆うように塗布する工程とを有する複合発光素子の製造方法である。

【0035】これにより、マイクロバンプを用いたフリップチップ接合法に高さ制御機能を備えることが可能であり、また波長変換ベースト材料の塗布工法に印刷法を用いることも可能であるため、基準面であるサブマウント素子の裏面電極形成面に前記発光素子の主光取り出し面とこの面上に塗布された波長変換ベースト材料の外郭面のいずれか一方または両方をほぼ平行にすることが可能となる。

【0036】請求項 19 に記載の発明は、請求項 18 に記載の複合発光素子の製造方法において、前記サブマウント素子を受け皿として、前記波長変換ベースト材料を前記発光素子を覆うように塗布する工程を、波長変換材料の印刷により形成することを特徴とする複合発光素子の製造方法である。

【0037】これにより、狙いの色度でバラツキの少ない発光装置の高精度で効率的な製造方法が実現できる。

【0038】請求項 20 に記載の発明は、請求項 19 に記載の複合発光素子の製造方法において、前記印刷された波長変換ベースト材料に紫外線を照射して、波長変換ベースト材料を硬化したことを特徴とする複合発光素子の製造方法である。印刷された波長変換材料を紫外線硬化することによって、熱硬化時等に発生する波長変換材料中の樹脂成分などにじみを防ぐことができ、ワイヤーボンドパッド部を確実に形成することができる。

【0039】請求項 21 に記載の発明は、請求項 18 に記載の複合発光素子の製造方法において、前記サブマウント素子を受け皿として、前記波長変換ベースト材料を前記発光素子を覆うように塗布する工程を、波長変換材料を転写することにより形成することを特徴とする複合発光素子の製造方法である。

【0040】これにより、狙いの色度でバラツキの少ない発光装置の高精度で効率的な製造方法が実現できる。

【0041】請求項 22 に記載の発明は、請求項 17 に記載の半導体発光装置の製造方法であって、前記発光素子の  $p$  電極及び  $n$  電極またはサブマウント素子の第一の電極及び第二の電極上に前記マイクロバンプとしてスタッドバンプを形成する工程と、ウエハー状態の前記サブマウント素子を下に置き、前記発光素子を電極形成面を下にして、前記サブマウント素子の対峙する第一の電極及び第二の電極上に位置合わせし、前記マイクロバンプを接触させて溶着し、前記サブマウント素子上に前記発光素子を固定するとともに、対峙する電極間を前記マイ

クロバンプを介して電気的に接続する工程と、前記サブマウント素子を受け皿として、前記波長変換ベースト材料を前記発光素子を覆うように塗布し硬化する工程と、前記波長変換ベースト材料で被覆された前記発光素子と前記サブマウント素子の一体化素子が形成された、前記ウエハーをチップ単位に分割する工程と、チップ化された前記一体化素子をリードフレームまたはプリント配線基板などのマウント部に前記サブマウント素子の裏面電極を下にして搭載し、導電性ペーストを介して電気的接続をとりながら固定する工程と、前記サブマウント素子のボンディングパッド領域と前記リードフレームまたはプリント配線基板などのリード部間をワイヤーで搭載する工程とを備えた半導体発光装置の製造方法である。

【0042】これにより、受け皿としてのサブマウント素子をウエハーの形状で取り扱えるので、波長変換ベースト材料の塗布工程において、ウエハー単位にバターニング可能な印刷法で行うことができ、狙いの色度でバラツキの少ない発光装置の高精度で高効率な製造方法が実現できる。

【0043】請求項 23 に記載の発明は、請求項 22 に記載の半導体発光装置の製造方法において、前記発光素子の  $p$  電極及び  $n$  電極またはサブマウント素子の第一の電極及び第二の電極上に前記マイクロバンプとしてスタッドバンプを形成する工程と、ウエハー状態の前記サブマウント素子を下に置き、前記発光素子を電極形成面を下にして、前記サブマウント素子の対峙する第一の電極及び第二の電極上に位置合わせし、前記マイクロバンプを接触させて溶着し、前記サブマウント素子上に前記発光素子を固定するとともに、対峙する電極間を前記マイクロバンプを介して電気的に接続する工程と、前記サブマウント素子を受け皿として、前記波長変換ベースト材料を前記発光素子を覆うように塗布し硬化する工程と、前記波長変換ベースト材料で被覆された前記発光素子と前記サブマウント素子の一体化素子が形成された、前記ウエハーに紫外線を照射し、波長変換ベースト材料をバターニングする工程と、前記波長変換ベースト材料で被覆された前記発光素子と前記サブマウント素子の一体化素子が形成された前記ウエハーをチップ単位に分割する工程と、チップ化された前記一体化素子をリードフレームまたはプリント配線基板などのマウント部に前記サブマウント素子の裏面電極を下にして搭載し、導電性ペーストを介して電気的接続をとりながら固定する工程と、前記サブマウント素子のボンディングパッド領域と前記リードフレームまたはプリント配線基板などのリード部間をワイヤーで搭載する工程とを備えた半導体発光装置の製造方法である。

【0044】これにより、受け皿としてのサブマウント素子をウエハーの状態で取扱えるので、波長変換ベースト材料を印刷により塗布した後、フォトリソグラフィーにより、ウエハー単位にバターニング可能となり、狙い



の色度でバラツキの少ない発光装置の高精度で高効率な製造方法が実現できる。

【0045】以下、本発明の実施の形態について具体的に説明する。

【0046】図1の(a)及び(b)は、本発明の一実施の形態による複合発光素子の断面図及び平面図である。本実施形態の特徴は、基準面であるSiダイオード素子の裏面電極形成面に対し、青色発光のGaLED素子1の主光取り出し面(光透過性基板の天面)とこの面上に塗布された青色の光をその補色の光に変換する波長変換材料を含有した波長変換ペースト材料の外郭面(天面)の両方がこの外郭面のエッジ部を除いてほぼ平行になっている点である。また、過電圧に弱い青色GaLED素子1が、静電気保護機能を持つSiダイオード素子2上にマイクロバンプを介して搭載接合されている点と、GaLED素子1の発光波長を他の波長に変換する波長変換材料を含有した波長変換材料層16が、Siダイオード素子2を受け皿として、GaLED素子1を覆うように塗布されている。

【0047】図1(a)に示すように、Siダイオード素子2上にGaLED素子1を重ねる状態で搭載し、GaLED素子1は、透光性のサファイア基板1aを上面向けてこれを主光取り出し面とするともに、下面にはn型半導体領域2aに接続するp電極5及びp型半導体領域2bに接続するn電極6が形成されている。また、Siダイオード素子2は、GaLED素子1と対向する上面側にp型半導体領域2bに接続する第1の対向電極であるp電極7及びn型半導体領域2aに接続するn電極8を有し、下面にはn型半導体領域2aに接続する裏面電極9が形成されている。Siダイオード素子2のp電極7及びn電極8は、GaLED素子1のn電極6及びp電極5に対向する配置で形成され、GaLED素子1のp電極5とSiダイオード素子2のn電極8とはAuのマイクロバンプ12を介して、GaLED素子1のn電極6とSiダイオード素子2のp電極7とはAuのマイクロバンプ11を介してそれぞれ電氣的に接続されているとともに、電極とマイクロバンプとの溶着によって固定されている。さらにp電極7上の一部にはボンディングパッド部10が形成されており、裏面電極9とボンディングパッド部10とで外部部材に接続されている構造となっている。また、GaLED素子1の青色光をその補色の黄緑色に変換する波長変換材料を含有した波長変換材料層16が、Siダイオード素子2を受け皿として、GaLED素子1を覆うように塗布されている。なお17は絶縁膜である。

【0048】波長変換ペースト材料及び塗布方法の特に好ましい実施の形態においては以下のものがある。

【0049】(第1の実施形態)

- 1) 樹脂 水素添加型ビスフェノールA型エポキシ樹脂 12.6重量%

- 2) 波長変換材料 YAG:Ce 73重量%
  - 3) 硬化剤 メチルヘキサヒドロフタル酸無水物 12.6重量%
  - 4) チクソ性付与剤 高純度無水シリカ 1.7重量%
  - 5) 表面改質剤 シランカップリング剤 0.1重量%
- 上記材料を所定量配合し、自転公転型の混練機にて予備混練を実施し、さらに3本ロールを用いて混練を行い、波長変換ペースト材料とする。これにより、極めて分散性が高く、波長変換材料層を形成するのに最適な波長変換ペースト材料が得られる。図2は、波長変換ペースト材料を印刷法を利用して塗布するものである。Siダイオード素子2にGaLED素子1を実装した後、予め作製しておいたメタルマスク13をSiダイオード素子2の上に載せ、波長変換ペースト材料14を印刷法によって塗布する。波長変換ペースト材料14を塗布した後には、メタルマスク13を取り外し、熱硬化することによって波長変換材料層16がGaLED素子1を覆うように塗布され、ダイシングによって複合発光素子の単体が得られる。

20 【0050】(第2の実施形態)

- 1) 樹脂 水素添加型ビスフェノールF型エポキシ樹脂 12.6重量%
  - 2) 波長変換材料 YAG:Ce 73重量%
  - 3) 硬化剤 メチルヘキサヒドロフタル酸無水物 12.6重量%
  - 4) チクソ性付与剤 高純度無水シリカ 1.7重量%
  - 5) 表面改質剤 シランカップリング剤 0.1重量%
- 上記材料を所定量配合し、自転公転型の混練機にて予備混練を実施し、さらに3本ロールを用いて混練を行い、波長変換ペースト材料とする。これにより、極めて分散性が高く、波長変換材料層を形成するのに最適な波長変換ペースト材料が得られる。

【0051】波長変換ペースト材料の塗布方法の例は、第1の実施形態と同様である。

【0052】(第3の実施形態)

- 1) 樹脂 水素添加型ビスフェノールA型エポキシ樹脂 12.6重量%
  - 2) 波長変換材料 YAG:Ce 73重量%
  - 3) 硬化剤 トリアルキドヘキサヒドロフタル酸無水物 12.6重量%
  - 4) チクソ性付与剤 高純度無水シリカ 1.7重量%
  - 5) 表面改質剤 シランカップリング剤 0.1重量%
- 上記材料を所定量配合し、自転公転型の混練機にて予備混練を実施し、さらに3本ロールを用いて混練を行い、波長変換ペースト材料とする。これにより、極めて分散性が高く、波長変換材料層を形成するのに最適な波長変換ペースト材料が得られる。

【0053】波長変換ペースト材料の塗布方法の例は、第1の実施形態と同様である。

50 【0054】(第4の実施形態)

1) 樹脂 水素添加型ビスフェノールA型エポキシ樹脂 25.0重量%  
 2) 波長変換材料 YAG:Ce 73重量%  
 3) 硬化剤 芳香族スルホニウム塩 0.2重量%  
 4) チクソ性付与剤 高純度無水シリカ 1.7重量%  
 5) 表面改質剤 シランカップリング剤 0.1重量%  
 上記材料を所定量配合し、自転公転型の混練機にて予備混練を実施し、さらに3本ロールを用いて混練を行い、波長変換ペースト材料とする。これにより、極めて分散性が高く、波長変換材料層を形成するのに最適な波長変換ペースト材料が得られる。さらに波長変換材料の分散性が高まり、上記波長変換ペースト材料を使用した半導体発光装置はより純粋な白色を発光する。また、波長変換ペースト材料のポットライフが著しく伸びる。波長変換ペースト材料の塗布方法の例は、第1の実施形態と同様である。

【0055】(第5の実施形態)図3は波長変換ペースト材料を転写法を利用して塗布するものである。転写版15の表面に波長変換ペースト材料14を予め塗布したものを準備し、GaLED素子1を実装したSiダイオード素子2を上下に反転した姿勢に保持する。次いで、GaLED素子1が波長変換ペースト材料14の中に浸漬されるようにSiダイオード素子2を転写版15の上に被せ、その後Siダイオード素子2を引き上げると同図の(c)のようにGaLED素子1が波長変換ペースト材料14に覆われたものが得られる。そして、ダイシングの後複合発光素子の単体が得られる。

【0056】(第6の実施形態)

1) 樹脂 エポシアクリレート樹脂 14.8重量%  
 2) 波長変換材料 YAG:Ce 80.0重量%  
 3) 硬化剤 ベンジルケタール 2.0重量%  
 4) チクソ性付与剤 高純度無水シリカ 3.0重量%  
 5) 表面改質剤 シランカップリング剤 0.2重量%  
 上記材料を所定量配合し、自転公転型の混練機にて予備混練を実施し、さらに3本ロールを用いて混練を行い、波長変換ペースト材料とする。これにより、極めて分散性が高く、波長変換材料層を形成するのに最適な波長変換ペースト材料が得られる。

【0057】図4は、フォトリソグラフィー法を利用したものである。波長変換ペースト材料14をGaLED素子1を実装したSiダイオード素子2の表面に一定の厚さで塗布する。波長変換ペースト材料14を塗布後、同図(b)のようにパターン形成用のマスク18を被せて上から紫外線を照射し、GaLED素子1を被覆する部分の波長変換ペースト材料14を硬化させる。その後、現像工程に移して波長変換ペースト材料14の

不要な部分を除去し、ダイシングによって、複合発光素子の単体を得ることができる。

【0058】上記のような構成にすることにより、LEDランプやチップLEDに用いるリードフレームや筐体の配線基板の形状には関係なく、つまり、反射カップや筐体の器の有無に関係なく、波長変換ペースト材料14をGaLED素子1を覆うように塗布した複合発光素子を実現できる。

【0059】前記構成のように、波長変換ペースト材料14をGaLED素子1が発する青色光を補色光に変換する蛍光物質を選ぶことにより、青色のままで波長変換材料層16を透過した光と、蛍光物質で青色の補色に変換された光とが混ざり合って白色光が得られる。

【0060】また、前記GaLED素子1で発光される光はサファイア基板1a側から上方に取り出される。そのため、GaLED素子1のp電極5には、従来のGaLED素子に形成されたような電流拡散用の透明電極は必要でなく、電流拡散用の部材としては、厚膜のp電極5のみあればよい。

【0061】(第7の実施形態)図5は本発明の一実施形態による複合発光素子の縦断面図である。本実施形態の特徴は、第1から第5の実施形態の複合発光素子において、白色発光の色度とそのバラツキを更に精度良く制御するために、GaLED素子の主光取り出し面とこの面上に塗布された波長変換材料の外郭面の一方または両方を、受け皿となるサブマウント素子の裏面電極形成面とほぼ平行にした点である。

【0062】図5の(a)は、波長変換材料層16の天面を、また(b)は波長変換材料層16とGaLED素子1のサファイア基板1aの天面の両方をSiダイオード素子2の裏面電極9とほぼ平行にした場合である。Siダイオード素子2上に搭載されているGaLED素子1のサファイア基板1aの天面上に青色の光を受けて青色の補色の光を発する波長変換材料を含有した波長変換材料層16が被覆されている。白色の光は、青色のままで波長変換材料層16を透過した光と、波長変換材料で青色の補色に変換された光とが混ざり合って得られるために、その色度は、波長変換材料層16に含まれている波長変換材料の含有率と波長変換材料層16の厚みDが重要な要素になる。本発明者らは、ドミナント波長が465nmから470nmのGaLED素子1を用いて波長変換材料層16中の波長変換材料の含有率と厚みDが色度座標(x, y)と輝度にどのように関係するかを調べ、表1に示す結果を得た。

【0063】

【表1】

		蛍光体濃度 (%)					
		30	40	50	60	70	80
膜厚 μm	10	120 (0.24,0.24)	120 (0.25,0.25)	120 (0.30,0.30)	120 (0.31,0.31)	120 (0.32,0.32)	130 (0.33,0.33)
	20	115 (0.25,0.25)	115 (0.26,0.26)	115 (0.31,0.31)	110 (0.32,0.32)	110 (0.33,0.33)	105 (0.34,0.34)
	30	110 (0.26,0.26)	110 (0.27,0.27)	110 (0.32,0.32)	105 (0.33,0.33)	100 (0.34,0.34)	100 (0.35,0.35)
	40	100 (0.27,0.27)	100 (0.28,0.28)	97 (0.33,0.33)	96 (0.34,0.34)	95 (0.35,0.35)	90 (0.36,0.36)
	50	95 (0.28,0.28)	95 (0.29,0.29)	93 (0.34,0.34)	92 (0.35,0.35)	90 (0.36,0.36)	80 (0.37,0.37)

【0064】表1から明らかなように、波長変換材料層16の厚みDが30μm以下であって、波長変換材料の含有率が50～85重量%のとき、白色(x=0.30～0.35, y=0.30～0.35)の値に近似した値の発光色が得られ、且つ高輝度(100以上)が得られることがわかる。波長変換材料の前記含有率の波長変換ペースト材料、例えば含有率60重量%のものを用いて色度座標(x, y)=(0.33, 0.33)の発光色を得るには、波長変換材料層16の厚みDは30μmに設定する必要がある。GaLED素子1のサファイア基板1aの天面上に精度良く均一に30μmの波長変換ペースト材料の波長変換材料層16を形成するには、ウェハー状のサブマウント素子であるSiダイオード素子2の裏面電極9の形成面を基準面にして、ウェハー状のSiダイオード素子2上にサファイア基板1aの天面が基準面と平行になるようにGaLED素子1を搭載接合し、その上に波長変換材料層16を30μmの厚みでそれと平行になるように印刷の方法で塗布する工法が最もコントロールしやすい。この場合、波長変換材料層16の外郭面のエッジ部に角が立つためにこれをなくすためと、厚みDとをより精度良くするため、波長変換材料層16を厚めに塗布しておき、基準面に平行に研磨することにより制御する。このような方法であれば任意の\*

粒径(μm)	3	6	10	20	50
輝度	70	100	120	130	150

【0068】表2から明らかなように、蛍光体の輝度はその粒径が大きいほど高い。無機蛍光物質の輝度は、蛍光物質焼成に使用する材料やその焼成条件により影響されるが、一般的に高輝度の蛍光物質ほど粒径が大きくなる。一方、発光素子を覆っている波長変換材料層に大きい粒径の蛍光物質を使用することにより、蛍光体の粒子と粒子の間に光の経路が確保され、発光素子からの青色光、及び発光素子の光により励起された蛍光物質の蛍光が外部へ取り出しやすくなり、高輝度の白色光を得ることができる。但し、蛍光体の粒径が100μmを超えると蛍光体の塗布状態が悪化することから、平均粒径は10μm以上50μm以下であることが望ましい。

【0069】(第8の実施形態)図6及び図7は、本発

\*色度にコントロールすることも可能であるし、ウェハー面内でのバラツキも極めて小さくなる。また、図5

(a)に示すように基準面と平行にGaLED素子1を搭載接合することが困難な場合もGaLED素子1のサファイア基板1aの天面の中心から、波長変換材料層16の天面までの厚みDを設定値30μmにすれば良いし、また、図5(b)のようにGaLED素子1をウェハーに搭載後、基準面に平行になるように研磨工程を入れれば良い。その結果として、図5(a)又は(b)のように白色の色度およびそのバラツキがコントロールされた半導体発光装置は、GaLED素子1のサファイア基板1aの天面とこの面上に塗布された波長変換材料層16の外郭面的一方または両方がSiダイオード素子2の裏面電極9の形成面とほぼ平行になっている。

【0065】また、本実施の形態でGaLED素子1がSiC基板を用いたもの場合は、静電気に強いので、Siダイオード素子2を補助素子に置き換えても良い。

【0066】ここで、蛍光体の粒径と蛍光体の輝度の関係を表2に示す。

【0067】

【表2】

明の一実施の形態による半導体発光装置の断面図である。本実施形態は、前記複合発光素子を用いた白色LEDランプ及び白色チップLEDである。

【0070】図6に示す白色LEDランプは、反射カップ50cを持つリードフレーム50a先端のダイパッド上に、前記白色発光の複合発光素子Wが、Siダイオード素子2の下面の裏面電極9をダイパッドに接触させながら、Agペースト51によりダイスボンディングされ、更に、Siダイオード素子2のp電極のボンディングパッド部10とリードフレーム50bとが、Auワイヤー52により接続されている。リードフレーム50aのダイパッド側面には光を上方向に反射させるための反射カップ50cが取り付けられている。リードフレーム5

0 a, 50 bの先端部分全体が光透過性のエポキシ樹脂53でモールドされて、LEDランプが構成されている。

【0071】図7に示す白色チップLEDは、絶縁性の基板55にリード55 a, 55 bが形成され、一方のリード55 aの上に前記白色発光の複合発光素子Wが、Siダイオード素子2下面の裏面電極9を下にして搭載され、Agペースト56により導通固定され、更にSiダイオード素子2のp電極のボンディングパッド部10と他方のリード55 bとが、Auワイヤー57により接続されている。そして、複合発光素子W及びAuワイヤー57を含んだボンディングエリア全体を透明なエポキシ樹脂58でモールドされて、チップLEDが構成されている。

【0072】このようなチップLEDの分野では、リード55 a, 55 bから透明なエポキシ樹脂58の上端までの厚さTを薄くすることが、薄型化による実装容積の低減の点から重要な要素であるが、白色発光の場合、筐体の器を形成するタイプのチップLEDに比べ、複合発光素子Wを用いる形態のほうが、薄型化が可能であり優位性を持つ。なお、本実施の形態でSiダイオード素子2を補助素子に置き換えても良い。

【0073】(第9の実施形態)図8は、本発明の一実施の形態による半導体発光装置の製造方法であり、この実施形態の製造方法の特徴は、マイクロバンプをウェハー状のSiダイオード素子2の上面のp電極7及びn電極8上にスタッドバンプで形成すること、及びチップ化されたGaNLED素子1をウェハー状のSiダイオード素子2上にチップ接合を行い、Siウエハー3の状態

で波長変換材料を含有した波長変換材料層16をGaNLED素子1を覆うように塗布する点である。

【0074】素子プロセスにより、GaNLED素子1を製造する。このGaNLED素子1は、前記したようにサファイア基板1aの上面の上に、GaN系化合物半導体を積層した量子井戸構造で、サファイア基板1aと反対の面上にAlよりなるn電極6とAgとTiとAuよりなるp電極5が形成されている(図1参照)。GaNLED素子1は、ウェハーの状態シートに張り付け、チップ単位にブレイク後、ピックアップしやすいようにシートをエキスパンドしている。図8はこの状態から記述されている。

【0075】一方、Siウエハー3に、図8に示すSiダイオード素子2を行列状に形成し、その上面のp電極7及びn電極8上にスタッドバンプ形成法でマイクロバンプ11, 12を形成する。次にボンダー20でGaNLED素子1を電極形成面を下にしてピックアップし、前記Siダイオード素子2の対向する電極に位置合わせをし、マイクロバンプ11, 12を接触させながら熱、超音波、荷重を組み合わせ加え、前記マイクロバンプ11, 12を溶着させることにより、電気的接続をとり

ながら固定させる。このチップ接合のタクトは、GaNLED素子1の認識、搬送、位置合わせ、接合を約3秒以下で行うことができる。また、この時の位置合わせ精度は、15 μm以下である。このチップ接合で、GaNLED素子1とSiダイオード素子2との間に15 μmの隙間ができ、ショート不良はほとんど発生しない。

【0076】その後、前記GaNLED素子1とSiダイオード素子2の一体化素子が形成された前記Siウエハー3上に、波長変換材料を含有した波長変換材料層16をGaNLED素子1を覆うように塗布する。この場合、Siダイオード素子2のボンディングパッド部を波長変換ペースト材料で汚さないように印刷などのパターンニング可能な方法で行う。

【0077】次に、波長変換材料層16の塗布済み一体化素子が形成されたSiウエハー3をシートに張り付け、ダイサー21によりチップ単位に分割し、複合発光素子Wのチップが形成される。

【0078】その後、複合発光素子Wをリードフレーム50 aのマウント部上に前記Siダイオード素子2の裏面電極9(図1参照)を下にして、Agペースト51を介し、電気的接続を取りながら固定し、前記Siダイオード素子2のボンディングパッド部10と他方のリードフレーム50 b間をAuワイヤー52で接続した後、複合発光素子Wを含むリードフレーム50 a, 50 bの先端部を光透過性のエポキシ樹脂53でモールドし、白色LEDランプができる。なお、前記実施の形態でリードフレームの代わりに、絶縁性配線基板と置き換えれば、白色チップLEDの製造方法となる。また、Siダイオード素子を補助素子と置き換えても良いし、スタッドバンプをメッキバンプに置き換えても良い。

【0079】

【発明の効果】本発明によれば、極めて分散性が高く、波長変換層を形成するのに最適な波長変換ペースト材料にて、発光素子の実装面を除く全周囲を被覆し、前記波長変換ペースト材料で構成される層は前記発光素子の前記実装面を除く主光取り出し面及び四方の側面の各面に対してそれぞれ平行な外郭面を合成した外形とすることが可能となる。このような構成では、波長変換ペースト材料中に波長変換材料が均一に分散されることから、主光取り出し面及び側面から放出される光のそれぞれについて波長変換度を均一化できるので、黄色味を帯びない純粋な白色発光が得られる。

【0080】また、発光素子の下敷きとしてのサブマウント部材が、波長変換材料を含む波長変換ペースト材料の受け皿となるために、光反射カップや筐体の器の有無に関係なく、発光素子を覆うように波長変換ペースト材料を塗布できる構造となる。

【0081】また、GaNLED素子のごとく、絶縁性基板上に形成されたp型半導体領域及びn型半導体領域を有する発光素子に対して、そのp型半導体領域とn型

半導体領域との間に高電圧が印加されたときに両半導体領域をバイパスして電流を流すためのダイオード素子などの静電気保護素子を並列接続させておく構造としたので、絶縁基板上に形成されながらも静電気などによる破壊を防止する機能を持った信頼性の高い半導体発光装置を提供することができる。

【0082】さらに、発光素子と静電気保護素子との電氣的接続状態や、発光素子からの光の取り出し手段を工夫することで、発光装置の小型化や光の取り出し効率の向上を、また、放熱についても改善された構造となる。

【0083】さらに、白色発光の色度とそのバラツキを制御するために、GaLED素子の主光取り出し面とこの面上に塗布された波長変換ペースト材料の外郭面を、受け皿となるサブマウント素子の裏面電極形成面を基準面にして研磨し、ほぼ平行とすることにより、希望する色度の白色発光の半導体発光装置及び白色発光装置を歩留まり良く製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態に係る複合発光素子の断面図及び平面図

【図2】第1の実施形態の波長変換ペースト材料の塗布方法を示すフローチャート

【図3】第5の実施形態の製造方法を示すフローチャート

【図4】第6の実施形態の製造方法を示すフローチャート

【図5】第7の実施形態の複合発光素子の断面図

【図6】第8の実施形態の白色LEDランプの断面図

【図7】第8の実施形態の白色チップLEDの断面図

【図8】第9の実施形態の半導体発光装置及び発光装置の製造方法を示すフローチャート

【図9】従来の白色LEDランプの断面図

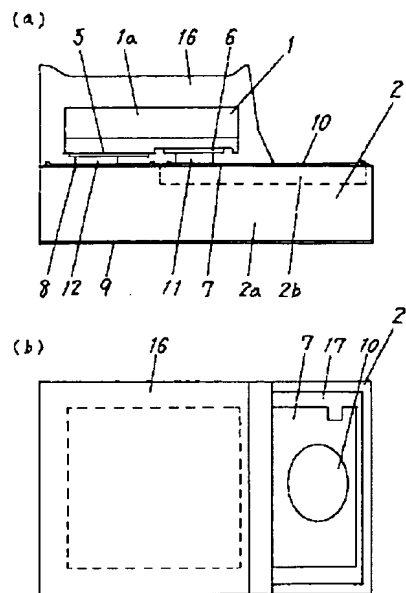
【図10】従来の白色LEDランプの断面図

【符号の説明】

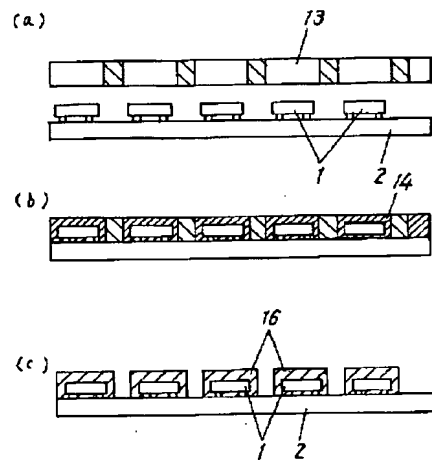
- 1 GaLED素子（発光素子）
- 1a サファイア基板
- 2 Siダイオード素子（静電気保護素子）
- 2a n型半導体領域
- 2b p型半導体領域
- 3 Siウエハー
- 5 p電極

- 6 n電極
- 7 p電極
- 8 n電極
- 9 裏面電極
- 10 ボンディングパッド部
- 11, 12 マイクロバンプ
- 13 メタルマスク
- 14 波長変換ペースト材料
- 15 転写版
- 10 16 波長変換材料層
- 17 絶縁膜
- 18 マスク
- 20 ボンダー
- 21 ダイサー
- 50a, 50b リードフレーム
- 50c 反射カップ
- 51 Agペースト
- 52 Auワイヤー
- 53 エポキシ樹脂
- 20 55 絶縁性基板（プリント配線基板）
- 55a, 55b リード
- 56 Agペースト
- 57 Auワイヤー
- 58 エポキシ樹脂
- 60 発光素子
- 61 サファイア基板
- 68 n電極
- 69 透明電極
- 80a, 80b リードフレーム
- 80c マウント部
- 81 接着剤
- 82a, 82b ワイヤー
- 83 蛍光物質層
- 84 蛍光物質
- 85 樹脂パッケージ
- D 波長変換層の厚み
- W 複合発光素子
- T チップLEDの高さ
- A 波長変換層の発光素子の発光方向の厚み
- 40 B 波長変換層の発光素子の側面方向の厚み

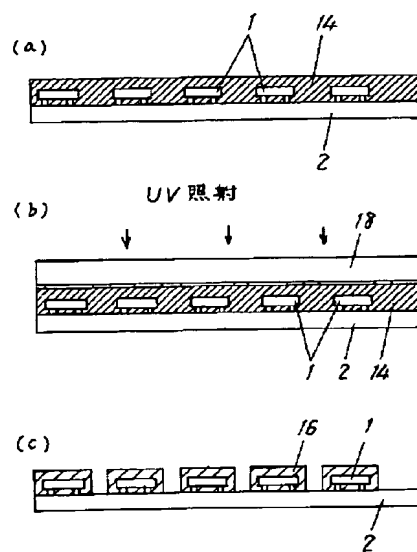
【図1】



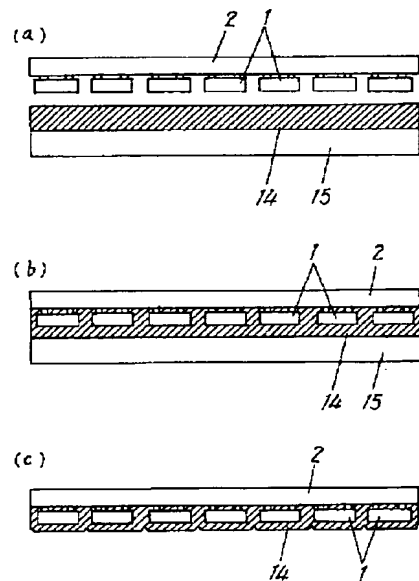
【図2】



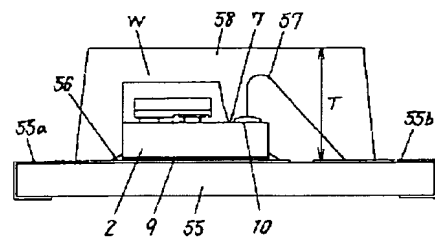
【図4】



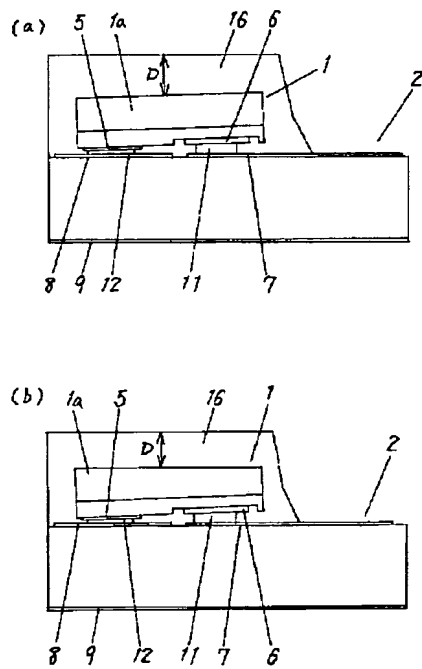
【図3】



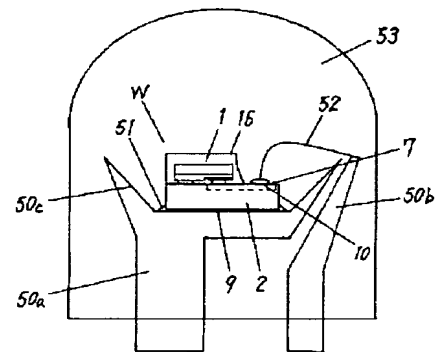
【図7】



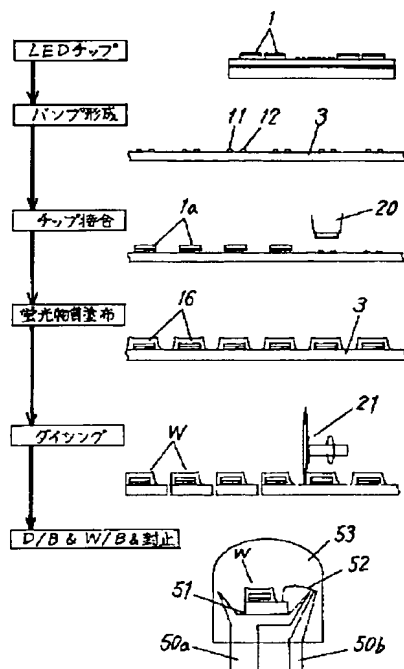
【図5】



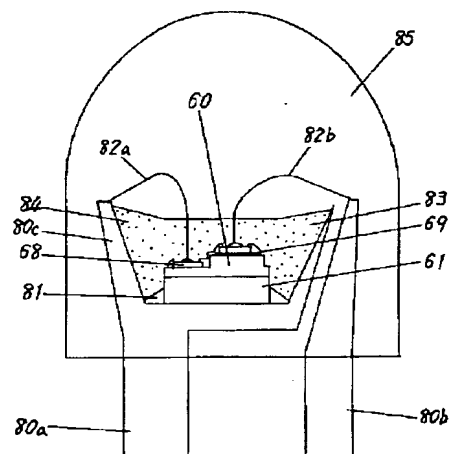
【図6】



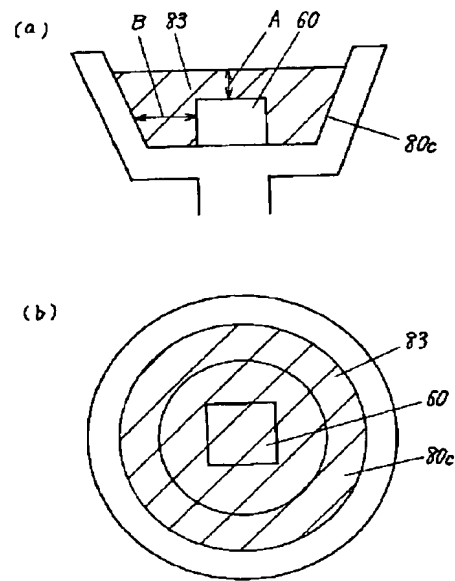
【図8】



【図9】



【図10】




---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
C 0 8 K	3/36	C 0 8 K 3/36	5 F 0 6 1
	5/541	H 0 1 L 21/56	R
H 0 1 L	21/56	33/00	N
	23/29	C 0 8 K 5/54	F
	23/31	H 0 1 L 23/30	B
	25/065		B
	25/07	25/08	
	25/18		
	33/00		



F ターム(参考) 4J002 CD001 CD021 DE096 DJ017  
EX008 FD017 FD206 FD208  
GQ00  
4J011 PA07 PA13 PA47 PB22 PB40  
PC02 PC08 QB19 UA01 VA01  
WA01  
4J036 AB07 DB15 FA03 FA05 FA13  
GA03 JA15  
4M109 AA02 BA01 BA03 CA12 CA21  
DB17 EA02 EA03 EA15 EB02  
EB06 EB18 EC01 EC05 EC11  
EC15 EE12 EE15 GA01  
5F041 AA14 AA41 CA05 CA40 CA46  
CA76 DA07 DA09 DA12 DA20  
DA43 DA83 EE25  
5F061 AA01 BA01 BA04 CA01 CA05  
CA21 CB13 DE03 FA01